

| | | | |
|--------------------|-----------|----------|---------------------------|
| DATOS DE PRIORIDAD | | A1 | PATENTE DE INVENCIÓN |
| 21) NÚMERO | 22) FECHA | | |
| 109600/84 | 31-5-84 | 23) PAÍS | 21) NÚMERO DE SOLICITUD |
| | | JP | 550417 |
| | | | 22) FECHA DE PRESENTACIÓN |
| | | | 26 DIC. 1985 |

| | |
|--|--------------|
| 71) SOLICITANTES | NACIONALIDAD |
| 1) DAIICHI KOSHUHA KOGYO KABUSHIKI KAISHA y 2) ISHIKAWAJIMA-HARIMA JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA | japonesa |
| DOMICILIO 1) No. 13-10, 1-chome, Tsukiji, Chuo-ku, Tokyo-to, Japón y 2) No. 2-1, 2-chome, Ote-machi, Chiyoda-ku, Tokyo, Japón | |

| |
|--|
| 72) INVENTORES |
| Toshio INO, Tsukasa MAENOSONO, Kazuo YOSHIDA, Masanori TERASAKI, Tetsusho KURIWAKI, Tadao KOGA y Miharu HIRADO |

| |
|-----------------|
| 73) TITULAR(ES) |
|-----------------|

| | | | |
|------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--|
| 11) N.º DE PUBLICACION | 43) FECHA DE PUBLICACION | 42) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA | GRAFICO ISOLADO PARA INTERPRETAR RESUMEN |
| 8702765 | | Nº 543.675 | |

| |
|----------------|
| 51) Int. Cl. |
| H05B6/10, C21D |

| |
|--|
| 54) TÍTULO |
| "UN APARATO DE CALENTAMIENTO PARA ALIVIAAR TENSIONES RESIDUALES EN UNA JUNTA SOLDADA ENTRE TUBERIAS PRINCIPAL Y DE RAMIFICACION" |

| |
|--|
| 57) RESUMEN (APORTACION VOLUNTARIA, SIN VALOR JURIDICO) |
| <p>Un aparato de calentamiento para calentar uniformemente, o sustancialmente uniformemente, una porción determinada de tuberías principal y de ramificación, que incluye una junta soldada entre ellas, de un conjunto de tuberías principal y de ramificación, que, en consecuencia, alivia la tensión residual de la junta soldada entre las tuberías principal y de ramificación. Pueden superarse sustancialmente los defectos y problemas que se encuentran en los procedimientos convencionales de tratamiento de alivio de tensiones residuales.</p> |
| <p>MCG</p> <p>POOR QUALITY</p> |

BEST AVAILABLE COPY

1 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

5 La invención presente se refiere a un aparato de calentamiento para llevar a cabo, por medio de calentamiento por inducción (Mejora de Tensiones por Calentamiento por Inducción), el tratamiento de alivio de tensiones residuales en los sistemas de conducciones por tubería de instalaciones industriales y, especialmente, de juntas soldadas entre las tuberías principal y de ramificación, y en las porciones adyacentes a las juntas soldadas, en centrales de energía nuclear en construcción o en funcionamiento. Se describirá también un método de funcionamiento de dicho aparato.

15 Recientemente, se ha llevado a cabo profusamente el tratamiento de alivio de tensiones residuales (Mejora de Tensiones por Calentamiento por Inducción) para eliminar las tensiones de tracción, debidas a los efectos del calentamiento de las juntas soldadas, que permanecen en las superficies internas de las tuberías en sistemas de conducción por tubería, o cambiar, en centrales de energía nuclear en construcción o en funcionamiento, tales tensiones residuales por tensiones de compresión.

25 Cuando se unen por soldadura las tuberías de los sistemas de conducción por tubería como los descritos más arriba, se transfiere una cantidad de energía calorífica extremadamente grande, de manera que aparecen tensiones residuales. Como resultado, las conducciones por tubería tienden a que se reduzca su resistencia y a ser fuertemente susceptibles a la corrosión. Por ejemplo, cuando se pone en funcionamiento una central de energía nuclear sin hacer un tratamiento de las juntas solda-

30

1 das de un sistema de conducción por tubería (especialmente
en un sistema de conducción por tubería que use acero
inoxidable austenítico tipo 304), fluye, a través del
sistema de conducción por tubería, líquido a alta pre-
5 sión y alta temperatura. El líquido es altamente corro-
sivo y se provocan tensiones térmicas repetidas en el
sistema de conducción por tubería. Por lo tanto, las
tensiones de tracción o tensiones residuales, que han
aparecido en la porción adyacente a la junta soldada de-
10 bido a la soldadura, actúan sinérgicamente con el entorno
adverso descrito más arriba de manera que disminuye la
resistencia a la fatiga. Además, se ha encontrado que
disminuyen las propiedades anticorrosivas por el carburo
de cromo que precipita intergranularmente en el material
15 de manera que aparecen las llamadas grietas de corrosión
intergranular. Por lo tanto, se lleva a cabo el trata-
miento de alivio de tensiones residuales con el fin de
evitar tales grietas de corrosión intergranular.

El tratamiento de alivio de las tensiones
20 residuales es tal que la tensión de tracción provocada
en la superficie interna de las tuberías adyacente a la
junta soldada, se elimina o se transforma en una tensión
de compresión. El tratamiento se lleva a cabo como sigue:
en primer lugar, se enfría la superficie interna de la tu-
25 bería por medio de un líquido al mismo tiempo que, desde
el exterior, se calienta localmente solamente una porción
adyacente a la junta soldada por medio de medios de calen-
tamiento adecuados, de manera que se produzca una dife-
rencia de temperatura, adecuada para aliviar la tensión,
30 entre la superficie de pared interna y externa de la por-

1 ción calentada, por medio de la que se provoca en la por-
ción calentada una tensión térmica por encima del punto
de fluencia. Posteriormente, se enfría la porción calen-
5 tada hasta la temperatura ambiente al mismo tiempo que el
líquido fluye a través del sistema de conducción por tu-
bería, de manera que se elimine la diferencia de tempe-
ratura entre las superficies de pared interna y externa.
Cuando se lleva a cabo tal tratamiento de alivio de ten-
siones residuales de un sistema de conducción por tubería
10 de una instalación, real, aparecen los siguientes proble-
mas:

Las Figuras 1, 2 y 3 muestran dispositivos
que están descritos en las solicitudes pendientes y que
tienen que ser eficaces para llevar a cabo el tratamiento
15 de alivio de las tensiones residuales de la junta soldada
entre una tubería principal y una tubería de ramificación
que está inclinada con el ángulo adecuado, y de la junta
soldada entre una tubería de ramificación y una base de
tubería (una estructura de tubería consiste en la tubería
20 principal y un asiento, similar a una tubería corta, para
la ramificación, que tiene el diámetro y el espesor de pa-
red adecuados y se suelda a la tubería principal) o entre
tubería principal y de ramificación. (La expresión "junta
soldada" que se usa en esta memoria descriptiva incluye
25 juntas soldadas de los tipos descritos más arriba). Sin
embargo, ninguno de estos dispositivos puede alcanzar un
alivio satisfactorio de las tensiones residuales. En
primer lugar, en el dispositivo A, tal como se muestra en
la Figura 1, la fabricación del arrollamiento es, evi-
30 dentemente, muy complicada. Además, en la junta soldada,

1 que es la parte más importante, el flujo de corriente
eléctrica cambia su dirección desde la dirección circular
de la tubería principal a la dirección circular de la tu-
bería de la ramificación o viceversa, de manera que la
5 distribución de flujo magnético no es uniforme. Como
resultado, es difícil el controlar la temperatura, de ma-
nera que se hace difícil el obtener una distribución uni-
forme de temperatura. Además, las tuberías de ramifica-
ción que están sometidas al tratamiento de alivio de las
10 tensiones residuales tienen tamaños y formas diferentes,
de manera que debe prepararse una maqueta de tamaño natu-
ral, a partir de datos medidos, de la tubería de ramifi-
cación y debe modificarse varias veces el inductor, a par-
tir de la maqueta de tamaño natural de la tubería de ra-
15 mificación, hasta que se diseña un inductor satisfactorio.
Es decir, el inductor que se va a usar se fabrica por me-
dio de las llamadas pruebas sobre maqueta. Como resulta-
do, aparece el problema de que se necesita mucho tiempo y
gasto para diseñar y fabricar un dispositivo A satisfacto-
20 rio.

El dispositivo B, tal como lo muestra la fi-
gura 2, tiene los mismos problemas que se han descrito
más arriba. Esto es, no puede obtenerse una distribución
uniforme de temperaturas. Además, la disposición de los
25 arrollamientos en la junta soldada b_1 es muy complicada.
Como resultado, es extremadamente difícil el reproducir
el mismo dispositivo, de manera que es difícil alcanzar
una distribución uniforme de temperatura.

Con el fin de mejorar la controlabilidad de
30 la temperatura en este dispositivo B, hay miembros ferro-

1 magnéticos b_4 y b_5 , interpuestos entre las tuberías y
la bobina en los puntos b_2 y b_3 en los que cambia la di-
rección del flujo de la corriente eléctrica, de manera
que pueda obtenerse una distribución uniforme de tempera-
5 turas. Con el fin de diseñar y construir el dispositivo
B, se necesitan, como en el caso del dispositivo A des-
crito más arriba con referencia a la figura 1, las pruebas
sobre maqueta, para determinar por medio de ellas los ta-
maños y posiciones de los miembros ferromagnéticos b_4 y
10 b_5 .

En el caso del dispositivo C tal como se mues-
tra en la figura 3, hay un conductor C_1 bobinado concén-
tricamente en torno a una tubería de ramificación para
cubrir a la misma y que después está bobinado de manera
que cubra a la tubería principal. Desde este punto de
15 vista, el dispositivo C es diferente de los dispositivos
A y B. El conductor C_1 está bobinado en torno a la tube-
ría principal sin cubrirla completamente, de manera que
no se calienta la porción inferior C_2 de la tubería prin-
cipal que está en relación opuesta a la tubería de rami-
ficación. Como resultado, la tensión no está equilibrada
y la tensión de la junta soldada cambia de tensión de com-
20 presión a tensión de tracción, de manera que se reducen
los efectos del tratamiento de alivio de tensiones resi-
duales.
25

En resumen, el hecho de que no se calienten
totalmente la junta soldada y una porción predeterminada
adyacente a la junta soldada y que incluye una zona en la
que no se provoca tensión residual, afecta adversamente al
30 tratamiento de alivio de las tensiones residuales. For

1 ejemplo, supongamos que una base de tubería W como la que
 se muestra en la figura 4(I) se calienta total y unifor-
 memente por medio de una bobina K y que la superficie
 5 interna de las tuberías principal y de ramificación se
 enfría por medio de un refrigerante. Se provocan enton-
 ces, en las superficies externas de las tuberías princi-
 pal y de ramificación, tensiones de tracción opuestas a
 las tensiones residuales, al mismo tiempo que, en las su-
 10 perficies internas de las tuberías principal y de rami-
 ficación que constituyen la base W , se provocan tensiones
 de compresión. Sea r el radio hasta el centro de la pa-
 red de la tubería de ramificación; sea t_1 el espesor de
 pared de la tubería de ramificación; sea R el radio de la
 tubería principal; y sea el espesor $t_1/r \ll 1$. Consi-
 15 deremos ahora que la base de tubería W puede dividirse
 en tubería de ramificación W_1 y tubería principal W_2 como
 se muestra en la figura 4(II). El momento M_0 , que se da
 más abajo, respecto a los extremos W_3 y W_4 es

$$M_0 = \frac{t^2 \cdot E \cdot \alpha \cdot \Delta T}{12 (1 - \nu)}$$

donde E = módulo de Young,

α = coeficiente de expansión lineal,

25 ΔT = diferencia de temperaturas entre las superfi-
 cies interna y externa, y

ν = relación de Poisson

y actúa con el mismo valor en las direcciones indicadas
 por las flechas. En la práctica, el momento M_0 está equi-
 30 librado en la junta soldada de la base de tubería W , de

1 manera que se provoca la tensión descrita más arriba.

5 Sin embargo, cuando se calienta uniformemente una tubería de ramificación pero se calienta parcialmente la tubería principal, el momento flector que actúa sobre la tubería de ramificación es diferente del que actúa en la tubería principal. Como resultado, se anula el equilibrio del momento M_0 de manera que la junta soldada del lado de la tubería principal es atraída al interior de la tubería de ramificación y se provoca una tensión de tracción en la superficie interna de la junta soldada. En consecuencia, el tratamiento de alivio de tensiones residuales es ineficaz.

15 En vista de lo anterior, la invención presente tiene por objeto el proporcionar un aparato de calentamiento que puede superar sustancialmente los problemas anteriores y otros que se encuentran en el procedimiento convencional de alivio de tensiones residuales, y en el que pueden simplificarse el control de temperatura y la disposición de arrollamiento y que puede mejorar los efectos del tratamiento de alivio de tensiones residuales.

20 Los objetivos anteriores y otros, efectos, características y ventajas de la invención presente, se harán evidentes a partir de la descripción siguiente de una realización preferida de la misma junto con los dibujos adjuntos.

25 BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

30 Las figuras 1, 2 y 3 son, respectivamente, vistas en perspectiva de dispositivos convencionales; las figuras 4(I) y 4(II) son vistas que se

1 usan para explicar los principios básicos de la invención presente; y

la figura 5 es una vista lateral de una realización preferida de la invención presente.

5

DESCRIPCION DETALLADA DE LA REALIZACION PREFERIDA

10

Expresándolo brevemente, según la invención presente se calientan total y uniformemente, o sustancialmente uniformemente, no sólo la tubería principal y la tubería de ramificación sino también la junta soldada entre ellas, de manera que se superan los problemas que se encuentran con el aparato y procedimiento convencionales de tratamiento de alivio de tensiones residuales.

15

Con referencia ahora a la figura 5, una tubería con una tubería de ramificación indicada en general por el número de referencia 1 comprende una tubería principal 2, un asiento de tubería 3 soldado en 4 a la tubería principal 2, y una tubería de ramificación 5 soldada en 6 al asiento de tubería 3. Como se ha descrito más arriba, se provocan tensiones residuales en las juntas soldadas 4 y 6.

20

25

En la invención presente se usa una bobina 7 de calentamiento por inducción, de alta frecuencia, para llevar a cabo el tratamiento de alivio de tensiones residuales del conjunto 1 de tuberías principal y de ramificación. La bobina 7 tiene una forma tal que rodea a las juntas soldadas 4 y 6, a una porción predeterminada de tubería principal 2 adyacente a la junta soldada 4 y a una porción predeterminada de la tubería de ramificación 5 adyacente a la junta soldada 6. Con el fin de que pueda

30

1 sujetarse la bobina 7 al conjunto 1 de tuberías principal
y de ramificación en una central de energía nuclear en
construcción o en funcionamiento, la bobina 7 está divi-
dida, por un plano que contiene al eje de la tubería prin-
5 cipal 2, en una sección superior 8 y una sección inferior
9 y la sección superior 8 está, además, dividida en una
sección 10 para la tubería de ramificación y una sección
11 para la tubería principal. Cada una de las secciones
10 10 de tubería de ramificación y 11 de tubería principal
está dividida además en dos mitades, en dirección verti-
cal. Con el fin de obtener una densidad de flujo magné-
tico uniforme, o sustancialmente uniforme, en las zonas
rodeadas por la bobina 7 de calentamiento por inducción
cuando se excita ésta, las secciones de bobina están ex-
15 tendidas circulanamente sobre el asiento de tubería 3 y la
tubería de ramificación 5 y están extendidas, concéntrica
o helicoidalmente respecto a la tubería de ramificación,
sobre la tubería principal 2. Además, esas secciones de
bobina de calentamiento por inducción están dispuestas de
20 manera que la corriente eléctrica fluye en el mismo senti-
do en todas las zonas.

Por lo tanto, la bobina 7 de calentamiento
por inducción comprende varias secciones de bobina (no
mostradas) divididas en la forma descrita más arriba. Cada
25 sección de bobina tiene una forma adaptada para acoplarse
a una porción a la que calienta la bobina, y está hecha
de un tubo o similar que tiene una gran conductividad
eléctrica. En la práctica, las secciones de bobina adap-
tadas para acoplarse a un conjunto 1 de tubería principal
30 y de ramificación que está sujeto al tratamiento de alivio

1 de tensiones residuales, están seleccionadas e interconec-
tadas mecánica y eléctricamente una con otra a través de
conectores 12 tales que la corriente eléctrica fluye a
través de esas secciones de bobina en el mismo sentido.

5 Además, si se requiere, se obliga a un refrigerante a fluir
a través de las tuberías principal 2 y de ramificación 5.
Además, puede reforzarse a la bobina 7 de calentamiento
por inducción con un material aislante adecuado que tenga
el grado de resistencia deseado.

10 Los conectores 12 pueden eliminarse y las
secciones de bobina que constituyen la bobina 7 de calen-
tamiento por inducción, de alta frecuencia, pueden conec-
tarse en serie o en paralelo en tanto que la corriente eléc-
trica fluya en el mismo sentido a través de cada sección
15 de bobina. En otras palabras, la corriente eléctrica flu-
ye en el mismo sentido a través de secciones de bobinas
adyacentes.

20 La bobina 7 de calentamiento por inducción,
de alta frecuencia, montada de la manera descrita más arri-
ba se sujeta a un conjunto 1 de tuberías principal y de
ramificación para llevar a cabo el tratamiento de alivio
de tensiones residuales.

25 En primer lugar, se disponen las secciones
de bobinado 8, 9, 10 y 11 sobre el conjunto 1 de tuberías
principal y de ramificación y se conectan eléctricamente
una a otra a través de los conectores 12 de la manera
descrita más arriba, con lo que el conjunto de tubería
principal y de ramificación está rodeado por la bobina 7
de calentamiento por inducción, de alta frecuencia. Si se
30 requiere, puede forzarse a fluir agua de enfriamiento a

1 -través de la bobina 7 de calentamiento por inducción. Como
se describirá después, la bobina 7 puede establecer una
distribución uniforme de densidad de flujo magnético sobre
5 una porción predeterminada que incluye las juntas soldadas
4 y 6, de manera que la porción predeterminada pueda calen-
tarse uniformemente hasta una temperatura deseada. Como
resultado, puede mejorarse la situación de tensión resi-
dual causada por la soldadura.

10 Según la invención presente, la bobina 7 de ca-
lentamiento por inducción de alta frecuencia es de cons-
trucción simple, y comprende varias secciones de bobina
como se han descrito más arriba, de manera que se hace po-
sible un control de temperatura preciso para conjuntos de
tuberías principal y de ramificación de diferentes tamaños
15 y formas.

Debe entenderse que la invención presente no
está limitada a un conjunto de tuberías principal y de ra-
mificación del tipo en el que hay una base de tubería sol-
dada a una tubería principal y hay una tubería de ramifi-
cación soldada a la base de tubería, y que la invención
20 presente puede aplicarse igualmente a un conjunto de tube-
ría principal y de ramificación del tipo en el que hay una
tubería de ramificación soldada directamente a una tubería
principal.

25 Como se ha descrito más arriba, la invención pre-
sente puede proporcionar un aparato de calentamiento que
es muy eficaz para aliviar las tensiones residuales de las
juntas soldadas de un conjunto de tubería principal y de
ramificación.

30

1

- REIVINDICACIONES -

5

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

15

20

25

30

1ª.- Un aparato de calentamiento para aliviar tensiones residuales en una junta soldada entre tuberías principal y de ramificación del tipo en el que un tubo conductor de la electricidad rodea a una porción, que incluye una junta soldada entre las tuberías principal y de ramificación, de un conjunto de tuberías principal y de ramificación y que se excita para calentar dicha porción, aliviando, por lo tanto, las tensiones residuales de dicha junta soldada, cuyo aparato comprende una pluralidad de secciones de bobina de calentamiento por inducción de alta frecuencia hechas con dicho tubo, divididas al menos en dos y que tienen una forma que corresponde a la junta soldada del conjunto de tuberías principal y de ramificación; dichas secciones de bobina estando dispuestas de tal manera que la corriente eléctrica fluye en la misma dirección en todas ellas, y algunas de dichas secciones de bobina estando seleccionadas para tener una forma que se acople a la totalidad de dichas tuberías principal y de ramificación, incluyen la junta soldada entre ellas, estando dichas secciones de bobina seleccionadas conectadas como una bobina de calentamiento por inducción de alta frecuencia, con lo que la totalidad de dichas tuberías principal y de

1 ramificación, incluyendo la junta soldada entre ellas, se
calienta uniformemente, o en esencia uniformemente, hasta
una temperatura deseada.

5 2ª.- "UN APARATO DE CALENTAMIENTO PARA ALIVIAR
TENSIONES RESIDUALES EN UNA JUNTA SOLDADA ENTRE TUBERIAS
PRINCIPAL Y DE RAMIFICACION".

Tal y como se ha descrito en la Memoria que an-
tecede, representado en los dibujos que se acompañan y con
los fines que se han especificado.

10 Esta Memoria consta de trece hojas escritas a
máquina por una sola cara.

Madrid,
P.A.

26 DIC. 1985
Alfonso Díez de Rivera
Por Foder,

15

20

25

30

06125

JL/

1) DAICHI HOSHUKA I/III

ESCALA VARIABLE

Fig.1

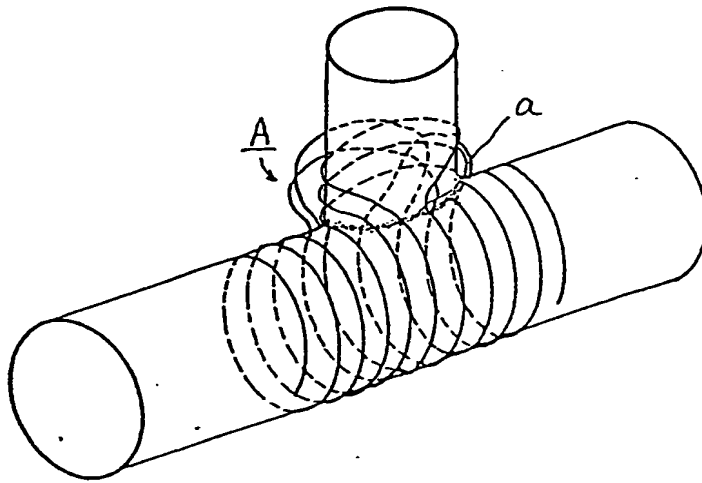
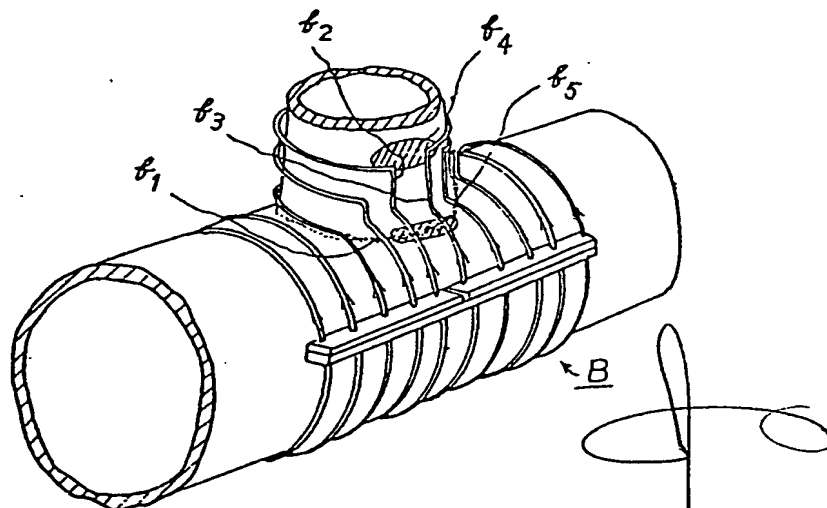


Fig.2



Alfonso Díaz de Rivera
Por Foder,

1) DAIICHI KOSHITA II/III

ASCAIA VARIABLE

Fig.3

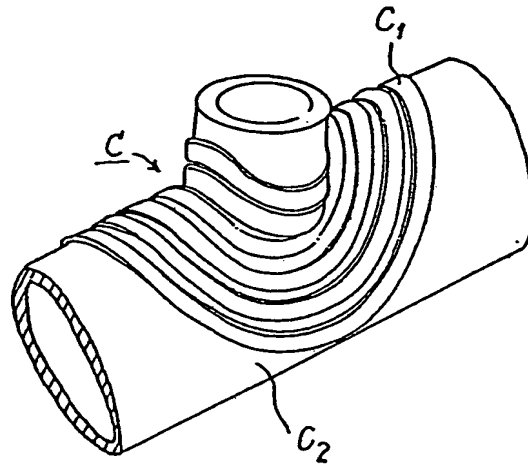


Fig.4 (I)

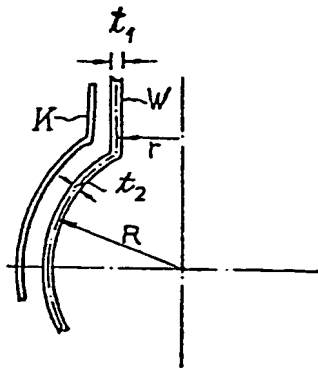
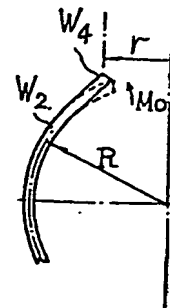
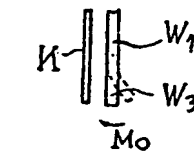


Fig.4 (II)

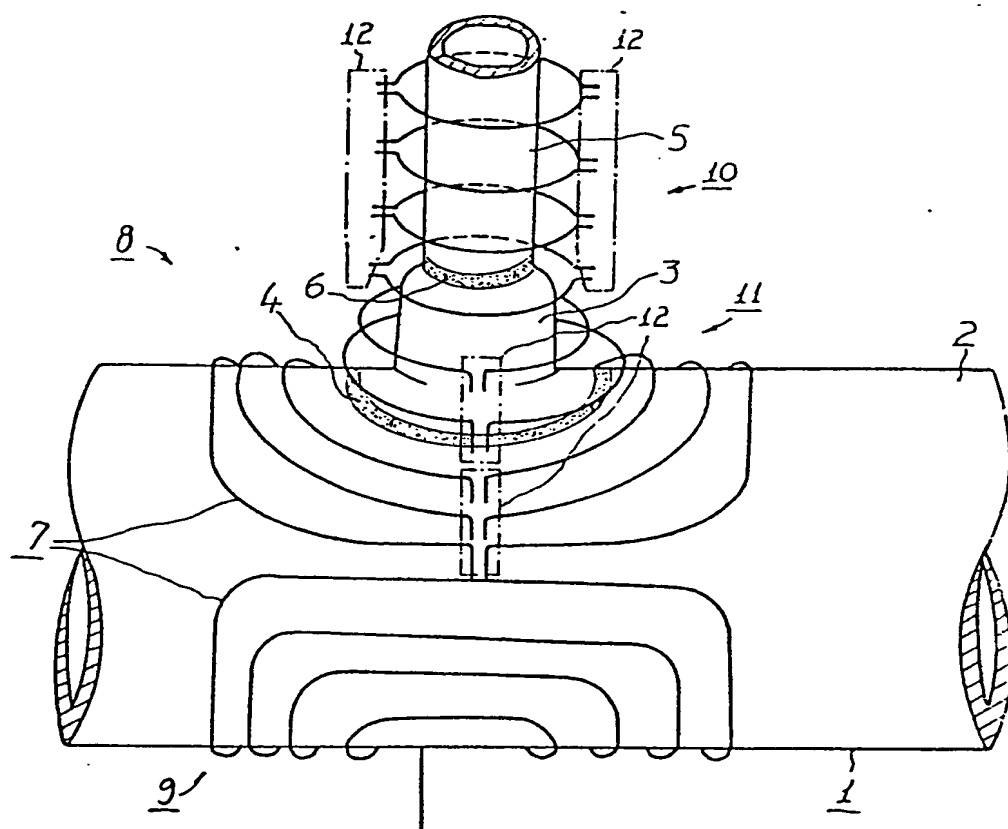


Alfonso Diaz de Rivera
For Foder,

1) DAICHI KOSHIMA III/III

ESCALA VARIABLE

Fig.5



Alfonso de Rivera
Por Foder,

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.